

บทที่ 4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการวางแผน ที่เหมาะสมสำหรับระบบโลจิสติกส์ดีเซลที่มีการลดราคาหลายรูปแบบ หลายคลังน้ำมัน และหลายรูปแบบการขนส่ง

จากการศึกษาสภาพทั่วไปของบริษัทที่ร่วมทำการวิจัยในบทที่ 3 ทำให้ทราบถึงสภาพปัญหาที่บริษัทกำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน และเพื่อให้การแก้ปัญหาดำเนินไปอย่างมีขั้นตอนและเป็นวัตถุประสงค์ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดซื้อน้ำมัน การหารูปแบบการขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมของน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป โดยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คือ โปรแกรมเชิงเส้นในบทที่ 2 เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมใช้ในการแก้ปัญหาเนื่องจากเป็นเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัย และทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องเป็นเชิงเส้นตรง โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหา และตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางกาดำเนินงานที่ดีที่สุด เช่น การจัดวางแผนเส้นทางการขนส่งเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งให้ต่ำที่สุด ซึ่งในการออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนระบบโลจิสติกส์น้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูปโดยมีการเชื่อมโยงระหว่างการสั่งซื้อน้ำมัน การขนส่งน้ำมัน และการจัดเก็บน้ำมันคงคลังเข้าด้วยกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนโลจิสติกส์ที่ต่ำที่สุดของน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป โดยในการศึกษาวิจัยนี้ได้เลือกผลิตภัณฑ์น้ำมันดีเซล รูปแบบการขนส่ง 4 รูปแบบ คือ รถบรรทุก รถไฟ ท่อ และเรือ และคลังน้ำมันส่วนกลางและคลังน้ำมันภูมิภาค เฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาเป็นตัวอย่างในการทดสอบ

4.1 การศึกษา และวิเคราะห์ปัญหาการวางแผนระบบโลจิสติกส์ที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซลที่มีการลดราคาหลายรูปแบบ หลายคลังน้ำมัน และหลายรูปแบบการขนส่ง

ปัญหาที่ศึกษาในงานวิจัยนี้พบว่าทางบริษัทไม่มีรูปแบบทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือที่สามารถช่วยในการตัดสินใจในการหาปริมาณน้ำมันดีเซลที่ต้องจัดซื้อ รูปแบบการขนส่ง และปริมาณน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซล อีกทั้งยังมีการใช้ประสบการณ์ของบุคลากรในการวางแผน ซึ่งส่งผลให้ไม่ได้ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ในการหาปริมาณน้ำมันดีเซลที่ต้องสั่งซื้อ รูปแบบการขนส่ง และปริมาณน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซล เพื่อให้ได้ต้นทุนรวมที่มีค่าต่ำที่สุดโดยการหาปริมาณน้ำมันดีเซลที่ต้องสั่งซื้อ รูปแบบการขนส่ง และปริมาณน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซลของบริษัทจะอยู่ภายใต้สมมติฐานต่างๆเหล่านี้คือ

1. โรงกลั่นทุกโรงสามารถจัดจำหน่ายน้ำมันดีเซลได้ตลอดเวลา
2. เป็นไปตามรูปแบบการสั่งซื้อของโรงกลั่นที่กำหนดไว้
3. การขนส่งน้ำมันดีเซลมีการคำนึงถึงการสูญเสีย (Loss) ในระหว่างการขนส่ง
4. การวางแผนการขนส่งน้ำมันดีเซลเป็นการวางแผนแบบรายเดือน
5. ไม่มีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการขนส่งน้ำมันทางท่อ รถบรรทุกน้ำมัน และเรือ
6. คำนึงถึงเวลาส่งมอบที่เป็นไปตามแผนเท่านั้น คือ จะไม่คำนึงถึงความต้องการที่เข้ามากลางคัน
7. ทราบปริมาณน้ำมันที่เหลือในคลัง (ล้านลิตร), ความสามารถในการเก็บน้ำมันของคลังน้ำมันแต่ละคลัง (ล้านลิตร) , ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/ล้านลิตร/เดือน) และปริมาณการค้าประจำปี (นำมาทำเป็นรายเดือน)
8. ปริมาณความต้องการน้ำมันของลูกค้าจะจัดส่งให้กับลูกค้าทันที โดยไม่นำมาเก็บในคลัง

4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนระบบโลจิสติกส์ที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซลที่มีการลดราคาหลายรูปแบบ หลายคลังน้ำมัน และหลายรูปแบบการขนส่ง

จากสมมติฐานข้างต้น สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนระบบโลจิสติกส์น้ำมันดีเซล ที่ทำให้มีต้นทุนรวมของการจัดซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันดีเซลที่ต่ำที่สุด

4.2.1 ดัชนี

ตัวบ่งชี้ของตัวแปรตัดสินใจที่มีผลต่อการหาต้นทุนรวมของการจัดซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันดีเซลที่ต่ำที่สุด คือ โรงกลั่นน้ำมัน คลังน้ำมันส่วนกลาง คลังน้ำมันภูมิภาค รูปแบบการขนส่ง ได้แก่

b แทน ระดับส่วนลดของโรงกลั่นแต่ละแห่ง โดยมีค่า $b = 1, 2, 3, \dots, M$

- 1 หมายถึง ส่วนลดของโรงกลั่นระดับที่ 1
- 2 หมายถึง ส่วนลดของโรงกลั่นระดับที่ 2
- 3 หมายถึง ส่วนลดของโรงกลั่นระดับที่ 3
- 4 หมายถึง ส่วนลดของโรงกลั่นระดับที่ 4
- 5 หมายถึง ส่วนลดของโรงกลั่นระดับที่ 5

- h แทน รูปแบบการขนส่ง โดยมีค่า $h = 1, 2, \dots, N$
- 1 หมายถึง การขนส่งโดยรถบรรทุก
 - 2 หมายถึง การขนส่งโดยรถไฟ
 - 3 หมายถึง การขนส่งโดยท่อ
 - 4 หมายถึง การขนส่งโดยเรือ
- i แทน โรงกลั่นน้ำมัน โดยมีค่า $i = 1, 2, 3, \dots, O$
- 1 หมายถึง โรงกลั่นของบริษัท บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) (BCP)
 - 2 หมายถึง โรงกลั่นของบริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (SPRC)
 - 3 หมายถึง โรงกลั่นของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) (PTTGC)
 - 4 หมายถึง โรงกลั่นของบริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) (TOP)
 - 5 หมายถึง โรงกลั่นของบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) (IRPC)
- j แทน คลังน้ำมันส่วนกลาง โดยมีค่า $j = 1, 2, 3, \dots, P$
- 1 หมายถึง คลังน้ำมันพระโขนง (PKN)
 - 2 หมายถึง คลังน้ำมันบางจาก (BCK)
 - 3 หมายถึง คลังน้ำมันศรีราชา (SRC)
 - 4 หมายถึง คลังน้ำมันลาดอุกกา (LLK)
 - 5 หมายถึง คลังน้ำมันสระบุรี (SRB)
 - 6 หมายถึง คลังน้ำมันบางปะอิน (BPI)
 - 7 หมายถึง คลังน้ำมันสมุทรสาคร (SSK)
- k แทน คลังน้ำมันภูมิภาค โดยมีค่า $k = 1, 2, 3, \dots, Q$
- 1 หมายถึง คลังน้ำมันเชียงใหม่ (CMI)
 - 2 หมายถึง คลังน้ำมันลำปาง (LPT)
 - 3 หมายถึง คลังน้ำมันเด่นชัย (DCI)
 - 4 หมายถึง คลังน้ำมันพิษณุโลก (PSL)
 - 5 หมายถึง คลังน้ำมันนครสวรรค์ (NSW)
 - 6 หมายถึง คลังน้ำมันขอนแก่น (KKN)
 - 7 หมายถึง คลังน้ำมันอุดรธานี (UDT)
 - 8 หมายถึง คลังน้ำมันอุบลราชธานี (UBN)

4.2.2 พารามิเตอร์

- P_i คือ ราคาน้ำมันจากโรงกลั่น i (บาทต่อลิตร)
- P_{ib} คือ ราคาน้ำมันจากโรงกลั่น i ระดับส่วนลด b (บาทต่อลิตร)
- V_i คือ ปริมาณการจัดซื้อน้ำมันจากโรงกลั่น i (ล้านลิตร)
- V_{ib} คือ ปริมาณการจัดซื้อน้ำมันจากโรงกลั่น i ระดับส่วนลด b (ล้านลิตร)
- L_i คือ ปริมาณการจัดซื้อต่ำสุดของโรงกลั่น i (ล้านลิตร)
- U คือ ปริมาณการจัดซื้อสูงสุดของโรงกลั่น i (ล้านลิตร)
- F_i คือ ค่าปรับกรณีจัดซื้อไม่ถึงขั้นต่ำจากโรงกลั่น i (บาท)
- m_i คือ ปริมาณจัดซื้อน้ำมันขั้นต่ำที่กำหนดของโรงกลั่น i (ล้านลิตร)
- S_i คือ กำลังการกลั่นของโรงกลั่น i (ล้านลิตร)
- $A_i = \{0,1\}$ $A_i = 1$ กรณีพฤติกรรมส่วนลดของโรงกลั่น i เป็นแบบ All Unit Discount
 $A_i = 0$ กรณีพฤติกรรมส่วนลดของโรงกลั่น i เป็นแบบ Incremental Discount
- C_{ij}^h คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำมันดีเซล (บาทต่อล้านลิตร) จากโรงกลั่นน้ำมัน i ไปยังคลังน้ำมันส่วนกลาง j ด้วยรูปแบบการขนส่ง h
- C_{jk}^h คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำมันดีเซล (บาทต่อล้านลิตร) จากคลังน้ำมันส่วนกลาง j ไปยังคลังน้ำมันภูมิภาค k ด้วยรูปแบบการขนส่ง h
- C_{ik}^h คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำมันดีเซล (บาทต่อล้านลิตร) จากโรงกลั่นน้ำมัน i ไปยังคลังน้ำมันภูมิภาค k ด้วยรูปแบบการขนส่ง h
- α_{ij}^h คือ ปริมาณน้ำมันดีเซล (%) ที่สูญเสียระหว่างการขนส่งจากโรงกลั่นน้ำมัน i ไปยังคลังน้ำมันส่วนกลาง j ด้วยรูปแบบการขนส่ง h
- α_{jk}^h คือ ปริมาณน้ำมันดีเซล (%) ที่สูญเสียระหว่างการขนส่งจากคลังน้ำมันส่วนกลาง j ไปยังคลังน้ำมันภูมิภาค k ด้วยรูปแบบการขนส่ง h
- α_{ik}^h คือ ปริมาณน้ำมันดีเซล (%) ที่สูญเสียระหว่างการขนส่งจากโรงกลั่นน้ำมัน i ไปยังคลังน้ำมันภูมิภาค k ด้วยรูปแบบการขนส่ง h
- T คือ ความสามารถในการขนส่งน้ำมันทางรถไฟ (ล้านลิตร)
- CAP_j คือ ความสามารถในการเก็บน้ำมันดีเซลที่คลังน้ำมันส่วนกลาง j (ล้านลิตร)
- CAP_k คือ ความสามารถในการเก็บน้ำมันดีเซลที่คลังน้ำมันภูมิภาค k (ล้านลิตร)
- D_j คือ ปริมาณความต้องการน้ำมันดีเซลที่คลังน้ำมันส่วนกลาง j (ล้านลิตร)
- D_k คือ ปริมาณความต้องการน้ำมันดีเซลที่คลังน้ำมันภูมิภาค k (ล้านลิตร)
- B คือ ปริมาณการค้าประจำปี (ล้านลิตร)
- R_j คือ ปริมาณน้ำมันที่เหลือในคลังน้ำมันส่วนกลาง j (ล้านลิตร)

- R_k คือ ปริมาณน้ำมันที่เหลือในคลังน้ำมันส่วนภูมิภาค k (ล้านลิตร)
 H_j คือ ค่าถือครองน้ำมันคงคลังในคลังน้ำมันส่วนกลาง j (บาท/ล้านลิตร)
 H_k คือ ค่าถือครองน้ำมันคงคลังในคลังน้ำมันส่วนภูมิภาค k (บาท/ล้านลิตร)

4.2.3 ตัวแปรตัดสินใจ

กำหนดให้ V_i , x_{ij}^h , x_{jk}^h และ x_{ik}^h เป็นตัวแปรตัดสินใจเมื่อ

i คือ โรงกลั่นน้ำมัน = 1, 2, 3, ..., O ; j คือ คลังน้ำมันส่วนกลาง = 1, 2, 3, ..., P

k คือ คลังน้ำมันภูมิภาค = 1, 2, 3, ..., Q ; h คือ รูปแบบการขนส่ง = 1, 2, ..., N

V_i คือ ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ต้องจัดซื้อจากโรงกลั่น i (ล้านลิตร)

x_{ij}^h คือ ปริมาณน้ำมันดีเซล (ล้านลิตร) ที่ขนส่งจากโรงกลั่นน้ำมัน i ไปยังคลังน้ำมันส่วนกลาง j ด้วยรูปแบบการขนส่ง h

x_{jk}^h คือ ปริมาณน้ำมันดีเซล (ล้านลิตร) ที่ขนส่งจากคลังน้ำมันส่วนกลาง j ไปยังคลังน้ำมันส่วนภูมิภาค k ด้วยรูปแบบการขนส่ง h

x_{ik}^h คือ ปริมาณน้ำมันดีเซล (ล้านลิตร) ที่ขนส่งจากโรงกลั่นน้ำมัน i ไปยังคลังน้ำมันส่วนภูมิภาค k ด้วยรูปแบบการขนส่ง h

4.2.4 สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

การวางแผนระบบโลจิสติกส์ของน้ำมันดีเซล เป็นการหาต้นทุนรวมของการจัดซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันดีเซลที่ต่ำที่สุด สมการวัตถุประสงค์ คือ

$$\begin{aligned}
 \text{Minimize} = & \left[\sum_{i=1}^O V_i P_i A_i + \sum_{i=1}^O (1 - A_i) \sum_{b=1}^M V_{ib} P_{ib} + \sum_{i=1}^O F_i \right] \\
 & + \left[\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P c_{ij}^h x_{ij}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q c_{ik}^h x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q c_{jk}^h x_{jk}^h \right] \\
 & + \left[\left(\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_j + R_j \right) H_j \right] \\
 & + \left[\left(\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_k + R_k \right) H_k \right]
 \end{aligned}$$

4.2.5 ข้อจำกัด (Constraints)

ข้อจำกัดของการหาต้นทุนรวมของการจัดซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันดีเซลที่ต่ำที่สุด โดยข้อจำกัดสามารถอธิบายได้ในรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้นดังนี้

1. ปริมาณในการสั่งซื้อรวมทุกโรงกลั่นต้องเท่ากับปริมาณ ความต้องการน้ำมันดีเซลที่ต้องการสั่งซื้อ

$$\sum_{i=1}^O V_i = \sum_{j=1}^P D_j + \sum_{k=1}^Q D_k$$

2. ปริมาณที่สั่งซื้อน้ำมันสำเร็จรูปจากแต่ละโรงกลั่นต้องไม่เกินกำลังการผลิตของโรงกลั่นนั้นๆ

$$V_i \leq S_i$$

3. ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันจากโรงกลั่นอยู่ในช่วงเปิดของปริมาณต่ำสุดในช่วงราคาที่กำหนดและอยู่ในช่วงปิดของปริมาณสูงสุดในช่วงราคาที่กำหนดของระดับส่วนลดนั้นๆซึ่งปริมาณในการสั่งซื้อต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์และเป็นจำนวนเต็ม (ข้อกำหนดของบริษัท)

$$\begin{aligned} L_{ib} &\leq V_i \leq U_{ib} \\ V_i &\leq 0 \end{aligned}$$

4. จำนวนเงินที่ถูกปรับหากไม่ได้ทำการสั่งซื้อน้ำมันในปริมาณขั้นต่ำตามที่ได้กำหนดไว้ จึงกำหนดให้ค่าปรับคิดเฉพาะส่วนต่างที่สั่งซื้อไม่ถึงปริมาณขั้นต่ำและปรับรวมหน่วยสำหรับการคำนวณเป็นบาทต่อลิตร (ข้อกำหนดของบริษัท)

$$F_i = \begin{cases} (m_i - V_i)f_i & \text{for } V_i < m_i \\ 0 & \text{for } V_i \geq m_i \end{cases}$$

5. ราคาน้ำมันที่เกิดขึ้นเนื่องจากการพิจารณาจากส่วนลดที่โรงกลั่นแต่ละแห่งกำหนดมาให้ว่า พฤติกรรมการลดของราคาน้ำมันนั้นคิดกรณีใด ซึ่งการหาราคาน้ำมันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

5.1 กรณีที่ส่วนลดเป็นแบบ All Unit Discount เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P_i = \begin{cases} P_{i1}V_{i1} & \text{for } 0 \leq V_{i1} \leq U_{i1} \\ P_{i2}V_{i2} & \text{for } L_{i2} \leq V_{i2} \leq U_{i2} \\ P_{i3}V_{i3} & \text{for } L_{i3} \leq V_{i3} \leq U_{i3} \\ P_{i4}V_{i4} & \text{for } L_{i4} \leq V_{i4} \leq U_{i4} \\ P_{i5}V_{i5} & \text{for } L_{i5} \leq V_{i5} \leq U_{i5} \end{cases}$$

5.2 กรณีที่ส่วนลดเป็นแบบ Incremental Discount เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P_{ij} = \begin{cases} P_{i1}V_{i1} & \text{for } 0 \leq V_{i1} \leq U_{i1} \\ (P_{i1}U_{i1}) + P_{i2}(V_{i2} - L_{i2}) & \text{for } L_{i2} \leq V_{i2} \leq U_{i2} \\ (P_{i1}U_{i1}) + P_{i2}(U_{i2} - L_{i2}) + P_{i3}(V_{i3} - L_{i3}) & \text{for } L_{i3} \leq V_{i3} \leq U_{i3} \\ (P_{i1}U_{i1}) + \sum_{j=2}^3 P_{ib}(V_{ib} - L_{ib}) + P_{i2}(V_{i4} - L_{i4}) & \text{for } L_{i4} \leq V_{i4} \leq U_{i4} \\ (P_{i1}U_{i1}) + \sum_{j=2}^4 P_{ib}(V_{ib} - L_{ib}) + P_{i2}(V_{i5} - L_{i5}) & \text{for } L_{i5} \leq V_{i5} \leq U_{i5} \end{cases}$$

6. ตัวปรับประเภทของส่วนลดโดยที่จะมีค่าเป็น 1 เมื่อเป็น All Unit Discount และมีค่าเป็น 0 เมื่อเป็น Incremental Discount

$$A_i = \begin{cases} 1 & \text{for } All\ Unit\ Discount \\ 0 & \text{for } Incremental\ Discount \end{cases}$$

7. ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งจากโรงกลั่นน้ำมันแต่ละแห่งต้องไม่เกินความสามารถในการผลิตของโรงกลั่นน้ำมันแห่งนั้นๆ

$$\sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h \leq S_i$$

8. ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งเข้าคลังน้ำมันส่วนกลางแต่ละแห่งจะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งออกจากคลังส่วนกลางรวมกับความต้องการน้ำมันดีเซลและปริมาณน้ำมันดีเซลที่เก็บในคลังน้ำมันส่วนกลาง

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h \geq D_j$$

9. ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งเข้าคลังน้ำมันส่วนภูมิภาคแต่ละแห่งจะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณความต้องการในคลังของคลังนั้นๆ

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h \geq D_k$$

10. ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งทางรถไฟจากโรงกลั่นไปยังคลังส่วนกลาง และคลังส่วนภูมิภาค จะต้องไม่เกินความสามารถในการขนส่งน้ำมันดีเซลทางรถไฟ ($h = 2$ หมายถึงการขนส่งทางรถไฟ)

$$\sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^2) x_{ij}^2 + \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^2) x_{jk}^2 + \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^2) x_{ik}^2 \leq T$$

11. ปริมาณน้ำมันที่เก็บรวมกับน้ำมันที่เหลือในคลังต้องไม่เกินความสามารถในการเก็บของคลังน้ำมันส่วนกลาง

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_j + R_j \leq CAP_j$$

12. ปริมาณน้ำมันที่เก็บรวมกับน้ำมันที่เหลือในคลังต้องไม่เกินความสามารถในการเก็บของคลังน้ำมันส่วนภูมิภาค

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_k + R_k \leq CAP_k$$

13. ปริมาณน้ำมันที่เก็บรวมกับน้ำมันที่เหลือในคลังน้ำมันส่วนกลางต้องมากกว่า 30% ของปริมาณการค้าประจำปี

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_j + R_j \geq 0.3B$$

14. ปริมาณน้ำมันที่เก็บรวมกับน้ำมันที่เหลือในคลังน้ำมันส่วนภูมิภาคต้องมากกว่า 30% ของปริมาณการค้าประจำปี

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_k + R_k \geq 0.3B$$

15. ตัวแปรตัดสินใจทุกตัวจะต้องไม่มีค่าเป็นลบ

$$x_{ij}^h, x_{jk}^h, x_{ik}^h, V_i \geq 0$$

4.2.6 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนระบบโลจิสติกส์ที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซลที่มีการลดราคาหลายรูปแบบ หลายคลังน้ำมัน และหลายรูปแบบการขนส่ง จากขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการห ปริมาณน้ำมันที่สั่งซื้อการหารูปแบบการขนส่ง และปริมาณน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมของน้ำมันดีเซลที่มีต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดสำหรับกรณีศึกษาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Minimize} = & \left[\sum_{i=1}^O V_i P_i A_i + \sum_{i=1}^O (1 - A_i) \sum_{b=1}^M V_{ib} P_{ib} + \sum_{i=1}^O F_i \right] \\
 & + \left[\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P c_{ij}^h x_{ij}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q c_{ik}^h x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q c_{jk}^h x_{jk}^h \right] \\
 & + \left[\left(\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_j + R_j \right) H_j \right] \\
 & + \left[\left(\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_k + R_k \right) H_k \right]
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^O V_i = \sum_{j=1}^P D_j + \sum_{k=1}^Q D_k \tag{4.2}$$

$$V_i \leq S_i \tag{4.3}$$

$$F_i = \begin{cases} (m_i - V_i) f_i & \text{for } V_i < m_i \\ 0 & \text{for } V_i \geq m_i \end{cases} \tag{4.4}$$

$$P_i = \begin{cases} P_{i1} V_{i1} & \text{for } 0 \leq V_{i1} \leq U_{i1} \\ P_{i2} V_{i2} & \text{for } L_{i2} \leq V_{i2} \leq U_{i2} \\ P_{i3} V_{i3} & \text{for } L_{i3} \leq V_{i3} \leq U_{i3} \\ P_{i4} V_{i4} & \text{for } L_{i4} \leq V_{i4} \leq U_{i4} \\ P_{i5} V_{i5} & \text{for } L_{i5} \leq V_{i5} \leq U_{i5} \end{cases} \tag{4.5}$$

$$P_{ij} = \begin{cases} P_{i1} V_{i1} & \text{for } 0 \leq V_{i1} \leq U_{i1} \\ (P_{i1} U_{i1}) + P_{i2} ((V_{i2} - L_{i2})) & \text{for } L_{i2} \leq V_{i2} \leq U_{i2} \\ (P_{i1} U_{i1}) + P_{i2} ((U_{i2} - L_{i2}) + P_{i3} ((V_{i3} - L_{i3}))) & \text{for } L_{i3} \leq V_{i3} \leq U_{i3} \\ (P_{i1} U_{i1}) + \sum_{j=2}^3 P_{ib} ((V_{ib} - L_{ib}) + P_{i2} ((V_{i4} - L_{i4}))) & \text{for } L_{i4} \leq V_{i4} \leq U_{i4} \\ (P_{i1} U_{i1}) + \sum_{j=2}^4 P_{ib} ((V_{ib} - L_{ib}) + P_{i2} ((V_{i5} - L_{i5}))) & \text{for } L_{i5} \leq V_{i5} \leq U_{i5} \end{cases} \tag{4.6}$$

$$A_i = \begin{cases} 1 & \text{for } All \text{ Unit Discount} \\ 0 & \text{for } Incremental \text{ Discount} \end{cases} \quad (4.7)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h \leq S_i \quad ; \forall i \quad (4.8)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h \geq D_j \quad ; \forall j \quad (4.9)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h \geq D_k \quad ; \forall k \quad (4.10)$$

$$\sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^2) x_{ij}^h + \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^2) x_{jk}^h + \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^2) x_{ik}^2 \leq T \quad (4.11)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_j + R_j \leq CAP_j \quad (4.12)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_k + R_k \leq CAP_k \quad (4.13)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{j=1}^P (1 - \alpha_{ij}^h) x_{ij}^h - \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_j + R_j \geq 0.3B \quad (4.14)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{i=1}^O \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{ik}^h) x_{ik}^h + \sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Q (1 - \alpha_{jk}^h) x_{jk}^h - D_k + R_k \geq 0.3B \quad (4.15)$$

$$x_{ij}^h, x_{jk}^h, x_{ik}^h, V_i \geq 0 \quad (4.16)$$

4.3 ตัวอย่างปัญหา

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้แบ่งพฤติกรรมส่วนลดในการสั่งซื้อน้ำมันดีเซลแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ All Unit Discount และ Incremental Discount โดยข้อมูลในกรณีศึกษานี้มีโรงกลั่นน้ำมันอยู่ 5 แห่ง คลังน้ำมันส่วนกลาง 7 คลัง คลังน้ำมันภูมิภาค 8 คลัง และใช้รูปแบบในการขนส่ง 4 แบบ โดยรายชื่อโรงกลั่นและกำลังการผลิตน้ำมันดีเซลของโรงกลั่นแสดงในตารางที่ 4.1 ข้อมูลส่วนลด ปริมาณขั้นต่ำราคาขาย และค่าปรับของแต่ละโรงกลั่นในการสั่งซื้อแสดงดังตารางที่ 4.2, 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ รายชื่อคลังน้ำมันและความต้องการน้ำมันดีเซลที่คลังน้ำมันส่วนกลางและคลังน้ำมันภูมิภาคแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ ข้อมูลน้ำมันคงคลังของคลังน้ำมันส่วนกลางและคลังน้ำมันภูมิภาค

แสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ และรูปแบบการขนส่งแสดงในตารางที่ 4.10 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำมันดีเซล และเปอร์เซ็นต์น้ำมันดีเซลที่สูญเสียระหว่างการขนส่งด้วยรูปแบบต่างๆแสดงอยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 4.1 รายชื่อโรงกลั่นน้ำมัน กำลังการผลิตน้ำมันดีเซล และราคาน้ำมันดีเซลหน้าโรงกลั่น

<i>i</i>	โรงกลั่นน้ำมัน	กำลังการผลิตน้ำมันดีเซล (ล้านลิตร)	ราคาน้ำมันหน้าโรงกลั่น (บาท/ลิตร)
1	บางจากปิโตรเลียม (BCP)	320	26.11
2	สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง (SPRC)	400	26.09
3	พีทีที โกลบอล เคมิคอล (PTTGC)	747	26.08
4	ไทยออยล์ (TOP)	735	26.12
5	ไออาร์พีซี (IRPC)	575	26.10

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลส่วนลดแบบ Incremental Discount และราคาขายน้ำมันของโรงกลั่นน้ำมัน

โรงกลั่น	ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง(ล้านลิตร)	ราคาขาย (บาท/ลิตร)
TOP	มากกว่า 0 ถึง 200	26.12
	มากกว่า 200 ถึง 400	20.00
	มากกว่า 400 ขึ้นไป	18.00
IRPC	มากกว่า 0 ถึง 150	26.10
	มากกว่า 150 ถึง 300	24.00
	มากกว่า 300 ถึง 450	22.00
	มากกว่า 450 ขึ้นไป	19.00

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลส่วนลดแบบ All Unit Discount และราคาขายน้ำมันของโรงกลั่น

โรงกลั่น	ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (ล้านลิตร)	ราคาขาย (บาท/ลิตร)
SPRC	มากกว่า 0 ถึง 200	26.09
	มากกว่า 200 ขึ้นไป	20.00
PTTGC	มากกว่า 0 ถึง 500	26.08
	มากกว่า 500 ขึ้นไป	18.00
BCP	มากกว่า 0 ถึง 200	26.11

	มากกว่า 200 ขึ้นไป	22.00
--	--------------------	-------

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำมันดีเซลขั้นต่ำที่ต้องสั่งซื้อ และค่าปรับที่เกิดขึ้น

โรงกลั่น	ปริมาณน้ำมันขั้นต่ำที่ต้องสั่งซื้อ (ล้านลิตรต่อครั้ง)	ค่าปรับขอ ค่าปรับของราคาน้ำมันที่ส่งไม่ถึงขั้นต่ำ (บาท/ลิตร)
TOP	100	50
IRPC	200	34
SPRC	200	69
PTTGC	150	100
BCP	100	25

ตารางที่ 4.5 รายชื่อคลังน้ำมันส่วนกลาง และความต้องการน้ำมันดีเซลที่คลังน้ำมันส่วนกลาง

j	คลังน้ำมันส่วนกลาง	ความต้องการน้ำมันดีเซล (ล้านลิตร)
1	คลังน้ำมันพระโขนง (PKN)	183
2	คลังน้ำมันบางจาก (BCK)	300
3	คลังน้ำมันศรีราชา (SRC)	200
4	คลังน้ำมันลาดกุกกา (LLK)	250
5	คลังน้ำมันสระบุรี (SRB)	164
6	คลังน้ำมันบางปะอิน (BPI)	250
7	คลังน้ำมันสมุทรสาคร (SSK)	152

ตารางที่ 4.6 รายชื่อคลังน้ำมันภูมิภาค และความต้องการน้ำมันดีเซลที่คลังน้ำมันภูมิภาค

k	คลังน้ำมันภูมิภาค	ความต้องการน้ำมันดีเซล (ล้านลิตร)
1	คลังน้ำมันเชียงใหม่ (CMI)	50
2	คลังน้ำมันลำปาง (LPT)	45
3	คลังน้ำมันเด่นชัย (DCI)	25
4	คลังน้ำมันพิษณุโลก (PSL)	60
5	คลังน้ำมันนครสวรรค์ (NSW)	70
6	คลังน้ำมันขอนแก่น (KKN)	30
7	คลังน้ำมันอุดรธานี (UDT)	20

8	คลังน้ำมันอุบลราชธานี (UBN)	50
---	-----------------------------	----

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลน้ำมันคงคลังของคลังน้ำมันส่วนกลาง

ข้อมูลน้ำมันคงคลัง	พระโขนง	บางจาก	ศรีราชา	ลำลูกกา	สระบุรี	บางปะอิน	สมุทรสาคร
ปริมาณการค้าประจำปี,B (ล้านลิตร)	30	30	30	30	30	30	30
ปริมาณน้ำมันคงคลังที่เหลือ, R (ล้านลิตร)	20	20	20	20	20	20	20
ความสามารถในการเก็บน้ำมัน (ล้านลิตร)	200	200	200	200	200	200	200
ค่าเก็บ, H (บาท/ล้านลิตร)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลน้ำมันคงคลังของคลังน้ำมันภูมิภาค

ข้อมูลน้ำมันคงคลัง	เชียงใหม่	ลำปาง	เด่นชัย	พิษณุโลก	นครสวรรค์	ขอนแก่น	อุดรธานี	อุบลราชธานี
ปริมาณการค้าประจำปี,B (ล้านลิตร)	30	30	30	30	30	30	30	30
ปริมาณน้ำมันคงคลังที่เหลือ, R (ล้านลิตร)	20	20	20	20	20	20	20	20
ความสามารถในการเก็บน้ำมัน (ล้านลิตร)	200	200	200	200	200	200	200	200
ค่าเก็บ, H (บาท/ล้านลิตร)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

ตารางที่ 4.9 รูปแบบการขนส่ง

h	คลังภูมิภาค
1	รถบรรทุกน้ำมัน
2	รถไฟ
3	ท่อ
4	เรือบรรทุกน้ำมัน

จากข้อมูลข้างต้นมีปริมาณความต้องการน้ำมันดีเซลรวม 1,849 ล้านลิตร โดยคิดจากความต้องการน้ำมันดีเซลของคลังน้ำมันส่วนกลางและคลังน้ำมันภูมิภาค

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลข้างต้น นำไปทดสอบผ่านโปรแกรม Excel Premium Solver Platform

4.3.1 การหาคำตอบ ด้วยโปรแกรม Excel Premium Solver Platform

เนื่องจากความสามารถของโปรแกรม Excel Premium Solver Platform สามารถใช้ได้เฉพาะกรณีสมการเส้นตรง ซึ่งในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในส่วนของการสั่งซื้อมีพฤติกรรมของราคาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งเป็นแบบ Piecewise Linear จึงทำให้มีค่า Local Optimal หลายค่า เมื่อ Solver ทำการหาค่า Optimization จึงมีโอกาสพบค่า Near Optimal ได้หลายค่า ซึ่ง Solver จะทำการแสดงค่าที่อยู่ใกล้กับ Initial Solution ก่อน โดยการหาคำตอบผู้วิจัยได้กำหนดค่า Initial Solution ไว้ทั้งหมด 3 ค่า คือ ศูนย์, กำลังการผลิต และปริมาณขั้นต่ำที่ต้องสั่งเพื่อไม่ให้เสียค่าปรับของทุกโรงกลั่นน้ำมัน

- กรณีกำหนดค่า Initial Solution ให้เท่ากับศูนย์ ดังรูปที่ 4.1 แล้วทำการประมวลผลได้ผลทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.10 – 4.12

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
67		For	PricePy (บาท/ลิตร)	\$26.12	\$20.00	\$ 8.00	\$18.00	\$18.00		
68		IRPC	Volume Vg (ล้านลิตร)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
69			PricePy (บาท/ลิตร)	\$26.10	\$24.00	\$12.00	\$19.00	\$19.00		
70										
71										
72		Refining	Volume(Vg)	Price(P)	Fee(F)	All Unit(Xg)	Total price(Pi*Vi)	Incremental (Fi)	Total price(Pi*Vi)	
73		BCP	0	\$0.00	\$2,500.00	1	\$0.00	0	\$0.00	
74		SPRC	0	\$0.00	\$13,800.00	1	\$0.00	0	\$0.00	
75		PITAR	0	\$0.00	\$15,000.00	1	\$0.00	0	\$0.00	
76		TOP	0	\$0.00	\$5,000.00	0	\$0.00	1	\$0.00	
77		IRPC	0	\$0.00	\$6,800.00	0	\$0.00	1	\$0.00	
78										
79										

รูปที่ 4.1 กรณีกำหนดค่า Initial Solution ให้เท่ากับ “ศูนย์”

ตารางที่ 4.10 ปริมาณน้ำมันดีเซลที่สั่งซื้อจากโรงกลั่นน้ำมันต่างๆ และต้นทุนในการสั่งซื้อ

โรงกลั่น	ปริมาณการสั่งซื้อ (ล้านลิตร)	จำนวนเงิน (ล้านบาท)
BCP	320	7,040.00
TOP	400	9,224.00
PTTGC	335	8,732.60
SPRC	400	7,999.99
IRPC	394	9,586.55

ตารางที่ 4.11 ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งด้วยรูปแบบต่างๆจากต้นทางไปยังคลังน้ำมันต่างๆ (ล้านลิตร)

รูปแบบการขนส่ง	ต้นทาง	ปลายทาง	ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่ง
รถบรรทุกน้ำมัน	BCP	ลำปาง	34
		อุบลราชธานี	39
	TOP	เชียงใหม่	39
		เด่นชัย	14
		นครสวรรค์	59
		ขอนแก่น	19
		อุดรธานี	9
รถไฟ	พระโขนง	พิษณุโลก	49
ท่อ	BCP	บางปะอิน	239
	SPRC	สระบุรี	153
	TOP	ลำลูกกา	239
เรือบรรทุกน้ำมัน	BCP	พระโขนง	8
	SPRC	บางจาก	248
	PTTGC	สมุทรสาคร	142
	TOP	ศรีราชา	190
	IRPC	พระโขนง	214
		บางจาก	42

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนรวมต่ำสุดที่ใช้ในการสั่งซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันดีเซล

ต้นทุนการจัดซื้อ (บาท)	42,583
ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	23,457,030
ต้นทุนการจัดเก็บ (บาท)	1,134,179
ต้นทุนรวม (บาท)	24,633,793

จากการหาคำตอบโดยใช้ Excel Premium Solver Platform ใน Excel Spreadsheet ได้ผลการศึกษาด้านทุนรวม เท่ากับ 24,633,793 บาท ซึ่งต้นทุนที่ต่ำที่สุดในการสั่งซื้อ ขนส่งน้ำมันดีเซล และน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษา

- กรณีกำหนดค่า Initial Solution ให้เท่ากับ กำลังการผลิตของโรงกลั่นน้ำมัน (320, 400, 747, 735 และ 575 ตามลำดับ)ดังรูปที่ 4.2 แล้วทำการประมวลผลได้ผลทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.13 – 4.15

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
69		IRPC	Price Pij (บาท/ลิตร)	B36.0	B34.00	B22.00	B19.00	B19.00		
70										
71										
72		Refining	Volume(Vi)	Price(Pi)	Fee(Fi)	All Unit(Xi)	Total price(Pi*Xi)	Incremental(Vi)	Total price(Pi*Xi)	
73		BCP	320	B22.00	B0.00	1	B7,040.00	0	B13,142.00	
74		SPRC	400	B20.00	B0.00	1	B8,000.00	0	B21,218.00	
75		PTTAR	747	B19.00	B0.00	1	B13,446.00	0	B30,524.00	
76		TOP	735	B19.00	B0.00	0	B13,230.00	1	B27,314.00	
77		IRPC	575	B19.00	B0.00	0	B10,925.00	1	B15,565.00	
78										
79										

รูปที่ 4.2 กรณีกำหนดค่า Initial Solution ให้เท่ากับ “กำลังการผลิตของโรงกลั่นน้ำมัน”

ตารางที่ 4.13 ปริมาณน้ำมันดีเซลที่สั่งซื้อจากโรงกลั่นน้ำมันต่างๆ และต้นทุนในการสั่งซื้อ

โรงกลั่น	ปริมาณการสั่งซื้อ (ล้านลิตร)	จำนวนเงิน (ล้านบาท)
BCP	100	2,611.00
TOP	400	9,224.00
PTTGC	747	13,446.00
SPRC	200	5,218.00
IRPC	402	9,759.00

ตารางที่ 4.14 ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งด้วยรูปแบบต่างๆจากต้นทางไปยังคลังน้ำมันต่างๆ (ล้านลิตร)

รูปแบบการขนส่ง	ต้นทาง	ปลายทาง	ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่ง
รถบรรทุกน้ำมัน	BCP	ลำปาง	9.05
		เด่นชัย	14.07
		ขอนแก่น	19.10
		อุบลราชธานี	39.20
	PTTGC	พิษณุโลก	28.38
	TOP	ลำปาง	25.13
		นครสวรรค์	59.30
		อุดรธานี	9.05
รถไฟ	พระโขนง	พิษณุโลก	20.84
	ศรีราชา	เชียงใหม่	39.16
ท่อ	BCP	บางปะอิน	239.24
	SPRC	สระบุรี	153.15
	TOP	ลำลูกกา	239.24
เรือบรรทุกน้ำมัน	PTTGC	สมุทรสาคร	141.85
	TOP	ศรีราชา	229.38
	IRPC	พระโขนง	193.92
		บางจาก	290.74

ตารางที่ 4.15 ต้นทุนรวมต่ำสุดที่ใช้ในการสั่งซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันดีเซล

ต้นทุนการจัดซื้อ (บาท)	40,258
ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	23,198,462
ต้นทุนการจัดเก็บ (บาท)	1,134,266
ต้นทุนรวม (บาท)	24,372,986

จากการหาคำตอบโดยใช้ Excel Premium Solver Platform ใน Excel Spreadsheet ได้ผลการศึกษาด้านทุนรวม เท่ากับ 24,372,986 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนที่ต่ำที่สุดในการสั่งซื้อ ขนส่งน้ำมันดีเซล และน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษา

- กรณีกำหนดค่า Initial Solution ต้นทุนที่ต่ำที่สุดในการสั่งซื้อ ขนส่งน้ำมันดีเซล และ (100, 200, 150, 100 และ 200 ตามลำดับ) ดังรูปที่ 4.3 แล้วทำการประมวลผลได้ผลทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.16 – 4.18

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
70										
71										
72		Refining	Volume(Vi)	Price(Pi)	Fer(Fi)	All Unit(Xi)	Total price(Pi*Xi)	Incremental(Yi)	Total price(Pij*Yij)	
73		BCP	100	B26.11	B0.00	1	B2,611.00	0	B0.00	
74		SPRC	200	B26.09	B0.00	1	B5,218.00	0	B5,218.00	
75		PTTAR	150	B26.08	B0.00	1	B3,912.00	0	B3,912.00	
76		TOP	100	B26.12	B0.00	0	B2,612.00	1	B2,612.00	
77		IRPC	200	B24.00	B0.00	0	B4,800.00	1	B5,115.00	
78										
79										
80		Total volume	750							
81		TOTAL COST					TOTAL COST			
82		PURCHESING		B19,468.00	ล้านบาท		B24,392,160.00			
83										

รูปที่ 4.3 กรณีกำหนดค่า Initial Solution ให้เท่ากับ ปริมาณขั้นต่ำที่ต้องสั่งเพื่อไม่ให้เสียค่าปรับ

ตารางที่ 4.16 ให้เท่ากับ ปริมาณขั้นต่ำที่ต้องสั่งเพื่อไม่ให้เสียค่าปรับ

โรงกลั่น	ปริมาณการสั่งซื้อ (ล้านลิตร)	จำนวนเงิน (ล้านบาท)
BCP	320	7,040.00
TOP	400	9,224.00
PTTGC	154	4,016.32
SPRC	400	8,000.00
IRPC	575	15,565.00

ตารางที่ 4.17 ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่งด้วยรูปแบบต่างๆจากต้นทางไปยังคลังน้ำมันต่างๆ
(ล้านลิตร)

รูปแบบการขนส่ง	ต้นทาง	ปลายทาง	ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ขนส่ง
รถบรรทุกน้ำมัน	BCP	ลำปาง	14.07
		เด่นชัย	14.07
		พิษณุโลก	14.07
		อุบลราชธานี	39.20
	PTTGC	พิษณุโลก	14.31
	TOP	ลำปาง	20.10
		นครสวรรค์	59.30
		ขอนแก่น	19.10
		อุดรธานี	9.50
รถไฟ	พระโขนง	พิษณุโลก	20.84
	ศรีราชา	เชียงใหม่	39.16
ท่อ	BCP	บางปะอิน	239.24
	SPRC	สระบุรี	153.15
	TOP	ลำลูกกา	239.24
เรือบรรทุกน้ำมัน	SPRC	บางจาก	248.49
	PTTGC	สมุทรสาคร	141.85
	TOP	ศรีราชา	229.38
	IRPC	พระโขนง	193.92
		บางจาก	42.25

ตารางที่ 4.18 ต้นทุนต่ำสุดที่ใช้ในการสั่งซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันดีเซล

ต้นทุนการจัดซื้อ (บาท)	43,845
ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	23,238,426
ต้นทุนการจัดเก็บ (บาท)	1,134,266
ต้นทุนรวม (บาท)	24,416,357

จากการหาคำตอบโดยใช้ Excel Premium Solver Platform ใน Excel Spreadsheet ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้ ต้นทุนรวม เท่ากับ 24,416,357 บาท ซึ่งต้นทุนที่ต่ำที่สุดในการสั่งซื้อ ขนส่งน้ำมันดีเซล และน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษา

จากการหาผลลัพธ์กรณีต่างๆ นำผลมาเปรียบเทียบต้นทุนรวม สรุปได้ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบต้นทุนรวมของการวางแผนระบบโลจิสติกส์ของน้ำมันดีเซล

ต้นทุน (ล้านบาท)	Initial Solution =		
	0	กำลังการผลิต	ปริมาณขั้นต่ำ
ต้นทุนการจัดซื้อ	42,583	40,258	43,845
ต้นทุนการขนส่ง	23,457,030	23,198,462	23,238,426
ต้นทุนการจัดเก็บ	1,134,179	1,134,266	1,134,266
ต้นทุนรวม	24,633,793	<u>24,372,986</u>	24,416,357

จากตารางที่ 4.19 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนทั้ง 3 กรณี พบว่า กรณีปรับค่า Initial Solution เท่ากับ “กำลังการผลิต” มีต้นทุนรวมในการวางแผนระบบโลจิสติกส์ของน้ำมันดีเซลต่ำที่สุด และเมื่อใช้โปรแกรม Excel Premium Solver Platform เป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณ ใช้เวลาในการหาผลลัพธ์ 30 วินาที (Spec Computer ที่ใช้ประมวลผล ; CPU : Intel Core™2 Duo , RAM : 2 GB)